

SUMARIO

1 a 11 - Peptidos bioactivos en carnes y subproductos carnicos.

Garcia, Pilar Teresa

Foro de la Alimentación, la Nutrición y la salud de la Bolsa de Cereales. (FANUS) -

Autor responsable de correspondencia: Email: pitegarcia@yahoo.com

12 a 28 - Actualización sobre el mercado nacional y composición nutricional de legumbres

Update on the national market and nutritional composition of pulses

Pighin ¹ Andrés Fabián* y de Landeta ² María Cristina

1-Universidad Nacional de Luján. Departamento de Ciencias Básicas. Área Química Analítica, Ruta 5 y Avenida Constitución - (6700) Luján, Buenos Aires, Argentina.

2-Universidad Nacional de Luján. Departamento de Ciencias Básicas. Área Química Analítica, Ruta 5 y Avenida Constitución - (6700) Luján, Buenos Aires, Argentina.

*Autor responsable de correspondencia: Email: andresfabianpighin@yahoo.com.ar

29 a 37 - Alimentos con elevado contenido de minerales antioxidantes: zinc, cobre y selenio

Foods with a high content of antioxidants minerals: zinc, copper and selenium.

Biasi, A M^{1,2}, Vallejos, A², Pérez Chaca, M V⁴, Gil, R^{3,4}, Gómez, N N^{1,4}

1-IMIBIO-SL, CONICET, Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Ejercito de los Andes 950 (San Luis), Argentina.

2-Facultad de Ciencias de la Salud- UNSL. Ejercito de los Andes 950 (San Luis), Argentina.

3-INQUISAL-SL. CONICET, Universidad Nacional de San Luis (UNSL), Ejercito de los Andes 950 (San Luis), Argentina.

4-Laboratorio de Morfofisiología, Facultad de Química Bioquímica y Farmacia- UNSL. Ejercito de los Andes 950 (San Luis), Argentina.

*Autores responsables de correspondencia: Email: anto.mbiasi@gmail.com /gomez.nidia@gmail.com

38 a 49 - Efectos saludables de las sustancias bioactivas del centeno.

Health effects of the rye bioactive substances.

Coscarello EN ^{1*}, Insaurralde F, Gómez Castro ML¹, Larregain CC¹, Giménez FJ², Aguerre J ^{1,4}, García PT³

1-Laboratorio de Agroalimentos Laboratorio N°503, Facultad de Agronomía y Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Morón

2-Instituto Nacional Tecnología Agropecuaria Bordenave (INTA)

3-Foro de Alimentación, Salud y Nutrición de la Bolsa de Cereales. (FANUS)

4-Conicet

*Autores responsables de correspondencia: Email: ecoscarello@hotmail.com

50 a 55 - Estudio de aspectos nutricionales de variedades de tomates de polinización abierta en relación con un híbrido larga vida

Study of nutritional aspects of open-pollinated tomato varieties in relation to a long-lived hybrid

Markowski, I. ^{1*}; Parodi, G. ¹; Bognanni, F. ¹; Torres Bustos, M. ²; Ulzurrun, M. ²; Aldariz, I. ³ y Cap, G. ⁴

1-Docente/investigador(a) del Departamento de Desarrollo Productivo y Tecnológico, Universidad Nacional de Lanús.

2-Estudiente de la Licenciatura en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Departamento de Desarrollo Productivo y Tecnológico, Universidad Nacional de Lanús.

3-Becaria de la Licenciatura en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Departamento de Desarrollo Productivo y Tecnológico, Universidad Nacional de Lanús.

4-Ing. Agrónomo (UNLP). Investigador IPAF Región Pampeana. Investigador Chacra Experimental Integrada (CEI) Gorina, MAIBA-INTA.

*Autores responsables de correspondencia: Email: imarkoski@unla.edu

Alimentos con elevado contenido de minerales antioxidantes: zinc, cobre y selenio

Foods with a high content of antioxidants minerals: zinc, copper and selenium

Biasi, A M^{1,2}, Vallejos, A², Pérez Chaca, M V⁴, Gil, R^{3,4}, Gómez, N N^{1,4}

¹IMIBIO-SL· CONICET· Universidad Nacional de San Luis (UNSL)· Ejercito de los Andes ⁹⁵⁰ (San Luis)· Argentina·

²Facultad de Ciencias de la Salud· UNSL· Ejercito de los Andes ⁹⁵⁰ (San Luis)· Argentina·

³INQUISAL·SL· CONICET· Universidad Nacional de San Luis (UNSL)· Ejercito de los Andes ⁹⁵⁰ (San Luis)· Argentina·

⁴Laboratorio de Morfofisiología· Facultad de Química Bioquímica y Farmacia· UNSL· Ejercito de los Andes ⁹⁵⁰ (San Luis)· Argentina·

*Autores responsables de correspondencia: Email: anto-mbiasi@gmail.com/gomez-nidia@gmail.com

Resumen

El zinc (Zn), el cobre (Cu) y el selenio (Se) contribuyen a la actividad antioxidante del organismo, previniendo el envejecimiento prematuro y el desarrollo de enfermedades crónicas. Existen reportes de poblaciones con deficiencia de dichos minerales y el problema se ve complicado aún más por la falta de datos y variabilidad del contenido de los mismos en diversos alimentos. Se analizó el contenido de zinc, cobre y selenio en espirulina en polvo (*Spirulina máxima*), maca en polvo (*Lepidium meyenii*), germen de trigo (*Triticum aestivum*) y semillas de zapallo (*Curcubita máxima*). Se realizó la digestión total de las muestras y posteriormente se realizó la cuantificación de minerales por medio de espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS). La espirulina (*Spirulina máxima*) contiene 11,07 mg de zinc; 2,36 mg de cobre y 425,44 µg de selenio, en 100g alimento. La maca (*Lepidium meyenii*) posee 18,58 mg de zinc; 6,38 mg de cobre y 425,44 µg de selenio en 100 g. El germen de trigo (*Triticum aestivum*) presentó los siguientes resultados: 25,39 mg de zinc; 3,59 mg de cobre y 384,94 µg de selenio en 100 g. Las semillas de zapallo (*Curcubita máxima*) tienen 16,79 mg de zinc; 9,08 mg de cobre y 379,02 µg de selenio en 100 g. Los alimentos analizados pueden usarse como un complemento alimenticio para ayudar a satisfacer las RDAs con respecto a algunos minerales esenciales, lo que contribuiría a prevenir deficiencias específicas de micronutrientes y enfermedades crónicas relacionadas al estrés oxidativo.

Palabras claves: zinc, cobre, selenio, minerales, antioxidantes, alimentos.

Abstract

Zinc (Zn), copper (Cu) and selenium (Se) contribute to the body's antioxidant activity, preventing premature aging and the development of chronic diseases. There are reports of populations with deficiency of these minerals and the problem is further complicated by the lack of data and variability in the content of these minerals in various foods. The content of zinc, copper and selenium in spirulina powder (*Spirulina maxim*), maca powder (*Lepidium meyenii*), wheat germ (*Triticum aestivum*) and pumpkin seeds (*Curcubita maxim*) were analyzed. Total digestion of the samples was performed and subsequently the quantification of minerals was performed by means of mass spectrometry with inductively coupled plasma (ICP-MS). Spirulina (maximum *Spirulina*) contains 11.07 mg of zinc; 2.36 mg of copper and 425.44 µg of selenium, in 100g food. Maca (*Lepidium meyenii*) has 18.58 mg of zinc; 6.38 mg of copper and 425.44 µg of selenium in 100g. Wheat germ (*Triticum aestivum*) had the following results: 25.39 mg of zinc; 3.59 mg of copper and 384.94 µg of selenium in 100 g. Pumpkin seeds (*Curcubita maximum*) have 16.79 mg of zinc; 9.08 mg of copper and 379.02 µg of selenium in 100g. The analyzed foods can be used as a dietary supplement to help meet RDAs with respect to some essential minerals, which would help prevent specific micronutrient deficiencies and chronic diseases related to oxidative stress.

Keywords: zinc, copper, selenium, minerals, antioxidants, food.

Introducción

Los minerales son esenciales para una amplia gama de funciones metabólicas en el cuerpo humano. En particular el zinc (Zn), el selenio (Se) y el cobre (Cu) contribuyen directa o indirectamente a la actividad antioxidante del organismo, entre otras funciones en las que participan. Los antioxidantes son componentes protectores cuya función principal es prevenir la formación de especies reactivas del oxígeno (EROS), las cuales pueden reaccionar con componentes celulares como ADN, ARN y membranas celulares o alterar vías de señalización celular. La acción de los nutrientes de acción antioxidante contenidos en los alimentos son esen-

ciales para el equilibrio oxidativo del organismo y para la prevención del envejecimiento prematuro y de enfermedades crónicas (EC) tales como: algunos tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares y enfermedades neurodegenerativas. Las EC representan las principales causas de mortalidad y discapacidad en el mundo^{1,2}, por lo que una dieta que incorpore alimentos con capacidad antioxidante puede disminuir los efectos negativos del daño oxidativo relacionados a estas patologías.

Los mecanismos de acción a través de los cuales el zinc ejerce su papel antioxidante están relacionados con su requerimiento para la actividad de la superóxido dismutasa (SOD), que participa en la descomposición del radical superóxido, su acción inhibitoria de la NADPH oxidasa y la inducción de la metalotioneína, molécula efectiva para controlar los radicales hidroxilos. En cuanto al cobre, es necesario al igual que el zinc, para el funcionamiento de la enzima SOD. Por su parte, el selenio es requerido para la actividad de la Glutatión peroxidasa (GSHPx), cuya función es reducir a los hidroperóxidos, como el peróxido de hidrógeno.

Además de la participación en el control de las EROS, dichos minerales cumplen variadas funciones en el organismo. El zinc cumple funciones estructurales, catalíticas y reguladoras en las células. Juega un rol importante en la regulación del crecimiento y diferenciación celular y actúa como cofactor de numerosas metaloenzimas y factores de transcripción. Además, facilita la síntesis del ADN y ARN e interviene en el metabolismo de las proteínas. El Zn es también crítico para el sistema inmune y para el funcionamiento de varios sistemas hormonales y se destaca su acción en el metabolismo de hormonas sexuales y síntesis de insulina³. Sumado a ello, participa en la función neurocognitiva y modula el sentido del gusto, olfato y visión⁴. El cobre forma parte de varias enzimas que catalizan reacciones oxidativas en el organismo. De forma genérica, el Cu participa en el metabolismo del hierro, en el funcionamiento del sistema nervioso, la salud ósea, la producción de energía y la síntesis de proteínas⁵. En cuanto al selenio, además de ser constituyente de diversas selenoproteínas, actúa como factor de crecimiento, participa en la homeostasis tiroidea, en la fertilidad y a nivel del sistema inmune⁶.

Resulta necesario considerar que el consumo alimenticio de compuestos minerales se ve afectado en gran medida por los hábitos y preferencias alimenticias de los individuos. El estilo de vida actual promueve hábitos alimenticios inadecuados como: consumo de alimentos de baja calidad nutricional y de baja capacidad antioxidante. Sumado a ello, los procesos de refinado industrial de muchos alimentos eliminan en gran medida minerales, por lo que son comunes sus deficiencias en la población. Las deficiencias de zinc, cobre y selenio prevalecen en las comunidades más necesitadas, en forma de deficiencias múltiples asociadas a insuficiencias alimentarias de macronutrientes. En particular, las deficiencias marginales (déficit subclínico) de micronutrientes afectan a toda la trama social, sin distinción de clases sociales, ni regiones geográficas. La deficiencia marginal de zinc ha sido reconocida como una condición prevalente en diferentes regiones del mundo⁷. La principal causa de esta deficiencia sub-clínica suele radicarse en la ingesta insuficiente de este micronutriente, asociada con una menor biodisponibilidad^{8,9}, mientras que la deficiencia de selenio se relaciona principalmente con un menor consumo de alimentos ricos en este micronutriente¹⁰. En cuanto al déficit de cobre se asocia principalmente al déficit en su consumo, malabsorción del mineral y cirugía bariátrica¹¹.

Por otro lado, los datos sobre el contenido de elementos minerales en los alimentos son escasos. Sumado a ello, su contenido en los alimentos es variable; depende de muchos factores como el tipo de alimento (animal o vegetal), origen genético, localización geográfica y procedimiento agrícola implementado.

Como ya se mencionó, existen reportes de poblaciones con deficiencia de zinc, cobre y selenio y el problema se ve complicado aún más por la falta de datos y variabilidad del contenido de estos minerales en diversos alimentos. Por lo tanto, resulta fundamental revisar y completar la información existente sobre el contenido de minerales que se encuentran consignados en las tablas de composición química de alimentos, bases de datos o software nutricionales.

En el presente trabajo de investigación se analiza el contenido de zinc, selenio y cobre en espirulina (*Spirulina máxima*), maca (*Lepidium meyenii*), germen de trigo (*Triticum aestivum*) y semillas de zapallo (*Curcubita máxima*) con el objetivo de contribuir a las tablas de composición química de alimentos. Conocer la composición mineral de los alimentos permitirá detectar las posibles carencias de los mismos en la población, como

así también planificar estrategias para prevenirlas. Además, el potencial aporte de minerales antioxidantes en dichos alimentos contribuiría al equilibrio oxidativo del organismo y por ende, a la prevención de enfermedades crónicas que cursan con niveles elevados de estrés oxidativo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Se analizó el contenido de zinc, cobre y selenio en muestras de: espirulina en polvo (*Spirulina máxima*), maca en polvo (*Lepidium meyenii*), germen de trigo (*Triticum aestivum*) y semillas de zapallo (*Curcubita máxima*). Se analizaron tres muestras de cada especie. Las mismas fueron obtenidas en diferentes comercios y dietéticas, ubicados en distintos puntos de la ciudad de San Luis (San Luis, Argentina) durante el mes de Julio del año 2018 (muestreo al azar). Las muestras fueron transportadas directamente y sin período de almacenaje al laboratorio para su posterior determinación analítica.

Equipos, reactivos y lugar de trabajo

Los equipos y reactivos utilizados en esta técnica fueron: espectrómetro de masas con ionización por plasma acoplado inductivamente (DRC-e, Perkin Elmer), campana de flujo laminar horizontal (LABSA-MOBILAB), ultrapurificador de agua (Barnsted), balanza analítica digital (TP214, Denver Instruments), baño de ultrasonido, baño termostático, ácido nítrico (Merk), peróxido de hidrógeno (Merk) y agua MiliQ.

Los análisis realizados se llevaron a cabo en el Instituto Multidisciplinario de Investigaciones Biológicas (IMI-BIO) y en el Instituto de Química San Luis (INQUISAL) pertenecientes a la Universidad Nacional de San Luis (UNSL).

Metodología analítica

Para determinar la concentración de minerales (Zn, Cu y Se) en las muestras se realizó la digestión total de las mismas mediante digestión ácida y posteriormente la cuantificación por medio de espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS).

Para ello, se pesó una cantidad apropiada de muestra y se molió en mortero con nitrógeno líquido. Se pesó en balanza analítica 100 mg de muestra, se le agregó 1 ml de ácido nítrico (HNO_3) y se lo colocó en baño de ultrasonido por 1 h. Posteriormente se dejó reposar la muestra en tubos perfectamente cerrados entre 8 y 12 horas, para lograr una digestión parcial de la muestra. Luego de esta pre-digestión, se adicionaron 0,5 ml de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y se colocó la muestra en baño termostático a 60 °C hasta observar disolución completa de la misma. Luego, se llevó la muestra hasta un volumen de 10 ml, con agua Mili Q. Finalmente se realizó la cuantificación de metales por medio de ICPMS, previa calibración del instrumental a través de una solución estándar de cerio (Ce), indio (In), magnesio (Mg) y uranio (U), más bario (Ba).

Los resultados arrojados por el equipo fueron en $\mu\text{g/L}$. Se realizaron los cálculos correspondientes a las diluciones realizadas y los resultados se expresaron en mg o $\mu\text{g}/100\text{g}$.

Análisis estadístico

Los resultados fueron expresados como valores promedios \pm el error estándar. Para las comparaciones entre los grupos dentro de los distintos tratamientos se utilizó análisis de la varianza (Anova una vía) y test de múltiple comparación de Tukeys. Se utilizó el programa GraphPad Prism versión 6.01 y se consideraron diferencias significativas con $p < 0,05$.

RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del análisis de las muestras. Los contenidos de zinc, cobre y selenio en espirulina (*Spirulina máxima*), maca (*Lepidium meyenii*), germen de trigo (*Triticum aesti-*

vum) y semillas de zapallo (Curcubita máxima), se detalla en las Tablas 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

Tabla 1. Contenido de zinc, cobre y selenio en espirulina (Spirulina máxima)

Componente	Contenido promedio
Zinc (mg/100g)	11,07 ± 4,24
Cobre (mg/100g)	2,36 ± 0,85
Selenio (µg /100g)	425,44 ± 123,84

Composición mineral en 100 g de alimento. Los valores se cuantificaron por medio de espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS).

Tabla 2. Contenido de zinc, cobre y selenio en maca (Lepidium meyenii)

Componente	Contenido promedio
Zinc (mg/100g)	18,58 ± 4,12
Cobre (mg/100g)	6,38 ± 4,92
Selenio (µg /100g)	369,01 ± 43,83

Composición mineral en 100 g de alimento. Los valores se cuantificaron por medio de espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS).

Tabla 3. Contenido de zinc, cobre y selenio en germen de trigo (Triticum aestivum)

Componente	Contenido promedio
Zinc (mg/100g)	25,30 ± 15,85
Cobre (mg/100g)	3,59 ± 0,75
Selenio (µg /100g)	384,94 ± 35,94

Composición mineral en 100 g de alimento. Los valores se cuantificaron por medio de espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS).

Tabla 4. Contenido de zinc, cobre y selenio en semillas de zapallo (Curcubita máxima)

Componente	Contenido promedio
Zinc (mg/100g)	16,79 ± 0,55
Cobre (mg/100g)	9,08 ± 3,76
Selenio (µg /100g)	379,02 ± 83,82

Composición mineral en 100 g de alimento. Los valores se cuantificaron por medio de espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS).

Al realizar el análisis comparativo del contenido de zinc entre los alimentos analizados (Gráfico 1) se observó que el mayor contenido de zinc lo presentó el germen de trigo (25,30 mg/100g), seguido por la maca (18,58 mg/100g), semillas de zapallo (16,79 mg/100 g) y por último espirulina (11,07 mg/100g). Se observaron diferencias significativas entre espirulina y germen de trigo ($p<0,05$).

Al realizar el análisis comparativo del contenido de cobre (Gráfico 2) se determina que las muestras provenientes de semillas de zapallo son las que tienen mayor contenido (9,08 mg/100g), le sigue en contenido la maca con 6,38 mg/100g y el germen de trigo que presenta 3,59 mg/100g. El menor contenido de cobre lo presentó la espirulina (2,36 mg/100 g). Se observaron diferencias significativas entre espirulina y maca, espirulina y semillas de zapallo y además, entre germen de trigo y semillas de zapallo ($p<0,05$).

En cuanto al contenido de selenio fue similar entre las muestras analizadas (Gráfico 3). El mayor contenido se determinó en espirulina (425,44 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) y el menor contenido en maca (369,01 $\mu\text{g}/100\text{ g}$). No se observaron diferencias significativas entre los alimentos analizados ($p<0,05$).

DISCUSIÓN

La falta de datos y la variabilidad en el contenido de minerales en los alimentos constituye un problema de difícil resolución cuando debe analizarse su ingesta en un grupo de población. En este sentido, resultan de gran utilidad los estudios abocados a realizar aportes y ajustes periódicos a las tablas de composición, bases de datos o software nutricionales.

En la actualidad una gran variedad de alimentos y/o suplementos nutricionales se han introducido al mercado. Muchos de ellos poseen buena calidad nutricional y aun no se han incorporado en la dieta de la población, ya que se desconoce su existencia y/o propiedades que poseen.

La espirulina (Spirulina máxima) es una microalga utilizada como aditivo alimentario, rica en proteínas y otros nutrientes esenciales como minerales que exhiben propiedades antioxidantes. En nuestro estudio se observaron contenidos mayores de zinc (11,07 mg/100 g) y cobre (2,36 mg/100 g), con respecto a los referidos por Proestos et al.¹², en el año 2018 (6,5 mg y 0,8 mg en 100 g respectivamente). En cuanto al selenio, la espirulina fue la que mostró un contenido elevado (425,44 $\mu\text{g}/100\text{g}$). Cabe mencionar que las microalgas constituyen un importante vehículo de selenio por su elevada producción de selenometionina y selenocisteína.

La maca, conocida científicamente como *Lepidium meyenii* es una planta perenne perteneciente a la familia de las crucíferas. Constituye un alimento completo nutricionalmente debido a su valor proteico y alto contenido vitamínico y mineral. Valdivia Zambrana et al.¹³ analizaron el contenido de minerales en *Lepidium meyenii* y obtuvieron un valor de 2,2 mg de zinc/100 g y 15 mg de cobre/100 g de alimento. Los resultados del presente estudio fueron mayores para el zinc (18,58 mg/100g) y menores para el cobre (6,38mg/100g). No se encontraron estudios referentes al contenido de Se en *Lepidium meyenii*.

El producto conocido como germen de trigo constituye la fracción más pequeña de la molienda del trigo (0,024%) y está compuesta por las partículas de menor tamaño procedentes del cribado. En él se encuentran principalmente porciones del germen o embrión propiamente dicho. El germen es rico en vitaminas y minerales, sin embargo dicho contenido se reduce en los procesos de molturación para obtener harinas blancas. En este sentido, Guttieri et al.¹⁴ refieren un contenido de zinc en grano de trigo de 4,75 mg/100g, en harina de trigo de 1,75 mg/100g y en salvado de trigo de 13,1 mg/100g y de cobre en grano de trigo de 0,56 mg/100g, en harina de 0,23 mg/100g y en salvado de 1,53 mg/100g; valores menores a los hallados en nuestro estudio en germen de trigo (25,3 mg de zinc en 100g y 3,59 mg de cobre en 100g). En cuanto al selenio Poblaciones et al.¹⁵ establecen un valor promedio de 29 $\mu\text{g}/100\text{g}$ de selenio de grano entero cultivados en diversas localidades de Grecia, valor menor al encontrado en nuestro estudio, en el germen de trigo. Dichos estudios confirman el mayor contenido de los minerales estudiados, en la fracción del grano de trigo, conocida como germen de trigo.

El zapallo pertenece a la familia de las cucurbitáceas, siendo Cucúrbita máxima una de las especies más explotadas en América. La semilla de zapallo pertenece al grupo de las oleaginosas ricas en proteínas, grasas poli-insaturadas, fitoesteroles, vitaminas y minerales. En un estudio realizado por Glew R H et al.¹⁶ analizó el contenido de minerales, aminoácidos y ácidos grasos en semillas de zapallo y encontraron que las mismas aportan: 11,3mg de zinc, 1,54mg de cobre y 129 µg de selenio cada 100 g, concentraciones menores a las encontradas en nuestro estudio (16,79 mg de zinc, 9,08 mg de cobre y 379 mg de selenio en 100g). Por su parte, Manda Devi et al.¹⁷ informan el siguiente contenido mineral en semillas de zapallo (Cucúrbita máxima): 7,51 mg/100g de zinc y 1,34 mg/100g de cobre, resultados también inferiores a los informados en el presente estudio.

La variabilidad en el contenido de minerales en los alimentos puede explicarse por su diferente origen genético, localización geográfica y procedimientos de agricultura implementados. La concentración de minerales en los vegetales depende en parte, de la concentración o disponibilidad del micronutriente en los suelos. El bajo contenido o baja disponibilidad de minerales en el suelo afecta el crecimiento de los forrajes y contrariamente el exceso puede resultar tóxico y provocar un efecto antagónico sobre la absorción de otros nutrientes por las plantas¹⁸. En nuestro país el estudio de la deficiencia de Zn en suelos y su impacto sobre los cultivos en los sistemas de producción, se remonta a principios de la década del '90 cuando diferentes autores documentaron su deficiencia. Elementos como el cobre acumulados en los suelos, son fácilmente asimilados por las plantas y pueden significar un impacto en la salud, debido a su acumulación en la cadena alimenticia. Sumado a ello, la acumulación de selenio en las plantas varía en relación con las especies de plantas y se ve afectada por la concentración del mismo en el suelo, propiedades del suelo y la forma química en la que se encuentra el oligoelemento¹⁰.

Los resultados obtenidos muestran que los alimentos analizados poseen una composición interesante desde el punto de vista nutricional. En cuanto al zinc, se necesitarían 100 g de espirulina, 60 g maca, 45 g de germen de trigo y 65 g de semillas de zapallo para cubrir las recomendaciones dietéticas aconsejadas (RDA) para un adulto promedio (11mg Zn/día). Resulta fundamental identificar alimentos fuente de dicho mineral, ya que su deficiencia puede afectar a la mayoría de los grupos poblacionales y en mayor medida en los países en vías de desarrollo. Además, los resultados observados en nuestro estudio indican que 38 g de espirulina, 14 g maca, 25 g de germen de trigo y 10 g de semillas de zapallo cubrirían las necesidades diarias de cobre de un adulto (0,9 mg Cu/día). El análisis de minerales como cobre en alimentos constituye una herramienta para la prevención de deficiencias de micronutrientes, en la población. Por otro lado, con 13 g de espirulina, 15 g de maca, 14 g de germen de trigo y 14,5 g de semillas de zapallo se cubrirían las RDA de selenio para un adulto (55 µg Se/día). El margen entre las recomendaciones nutricionales y la toxicidad del mineral es bastante pequeño y fuera de este rango, puede ocurrir tanto la deficiencia como la toxicidad, razón por la cual el conocimiento sobre su abundancia o escases en los alimentos resulta de especial interés.

Como se puede observar, con pequeñas cantidades de los alimentos estudiados se pueden cubrir las necesidades diarias de un adulto. En este punto, resulta necesario considerar que un elevado contenido mineral en el alimento, no asegura su utilización biológica o biodisponibilidad debido a que su bio-accesibilidad (fracción liberada durante la digestión y disponible para su absorción) y bioconversión (cantidad transformada en formas activas) pueden estar influenciadas por diversos factores. La absorción de zinc puede verse afectada por factores nutricionales como el porcentaje de fibra total, oxalatos y polifenoles presentes en los alimentos¹⁹. La fibra alimentaria ejerce un efecto negativo en la absorción del zinc, ya que la mayoría de los compuestos que poseen fibra contienen fitatos, los cuales forman un complejo insoluble con el zinc²⁰. También se ha observado una interacción hierro-zinc y calcio-zinc en dosis farmacológicas. En lo que respecta al cobre, se ha observado que ingestas elevadas de zinc, hierro y fructosa disminuyen la cantidad absorbida del micronutriente. Por último, en cuanto a la biodisponibilidad del selenio, depende no sólo de su absorción en el intestino, sino también de su conversión en una forma biológicamente activa²¹. Las características anatómo-fisiológicas del individuo, la producción de ácido clorhídrico, la velocidad de tránsito intestinal y la integridad de la mucosa intestinal pueden afectar la biodisponibilidad de dichos nutrientes. En este sentido, estudios referidos a bioaccesibilidad y bioconversión de minerales resultarían de gran impacto epidemiológico y nutricional.

CONCLUSIÓN

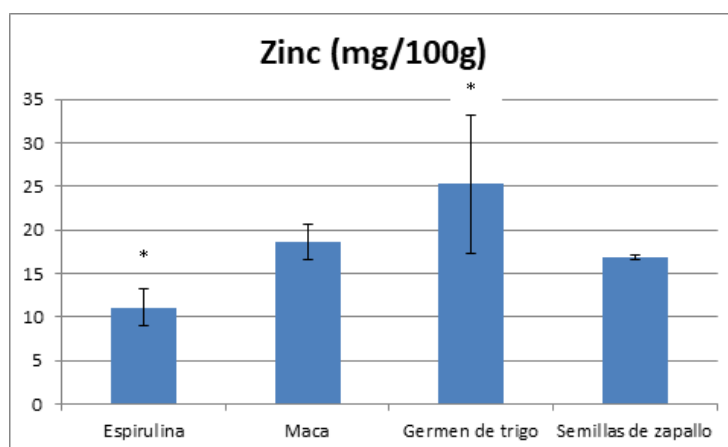
Los resultados obtenidos muestran que la espirulina en polvo (*Spirulina máxima*), maca en polvo (*Lepidium meyenii*), germen de trigo (*Triticum aestivum*) y semillas de zapallo (*Curcubita máxima*) poseen una composición elevada de minerales como el Zn, Se y Cu, siendo interesantes desde el punto de vista nutricional. En este sentido, los alimentos estudiados pueden usarse como un complemento alimenticio para satisfacer la ingesta diaria recomendada de dichos minerales con función antioxidante, contribuyendo así a la prevención de enfermedades crónicas que cursan con incremento del estrés oxidativo.

El análisis de la composición nutricional y contenido mineral de alimentos permite realizar aportes y ajustes periódicos a las tablas de composición, bases de datos o software nutricionales, constituyendo una herramienta para investigación epidemiológica.

AGRADECIMIENTOS

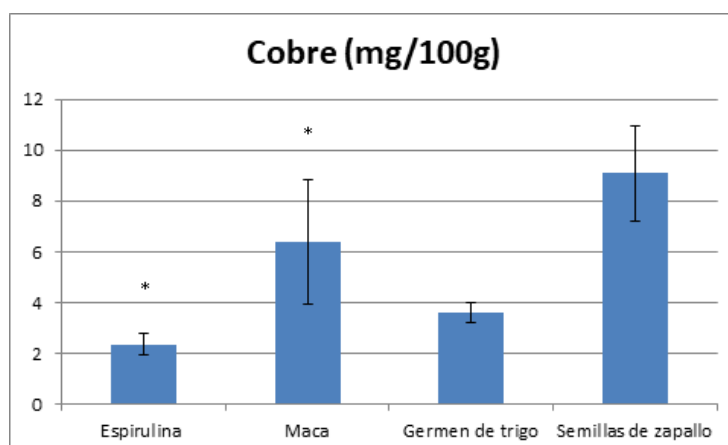
Los autores desean agradecer el soporte financiero de la Universidad Nacional de San Luis (PROICO 2-2318), la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT-2015-2246 y PICT-2013-3092) y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

Gráfico 1. Comparación del contenido de zinc en espirulina, maca, germen de trigo y semillas de zapallo.

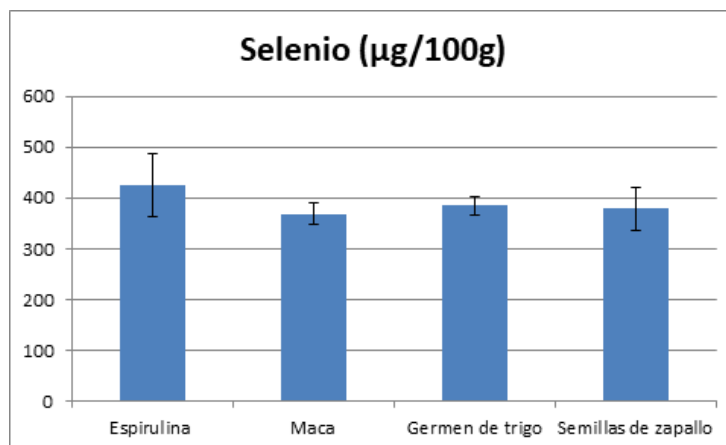


El análisis estadístico fue realizado con GraphPad Prism versión 6.01 y Excel 2016. Se consideraron diferencias significativas con $*p < 0,05$.

Gráfico 2. Comparación del contenido de cobre en espirulina, maca, germen de trigo y semillas de zapallo.



El análisis estadístico fue realizado con GraphPad Prism versión 6.01 y Excel 2016. Se consideraron diferencias significativas con $*p < 0,05$.

Gráfico 3. Comparación del contenido de selenio en espirulina, maca, germen de trigo y semillas de zapallo.

El análisis estadístico fue realizado con GraphPad Prism versión 6.01 y Excel 2016. Se consideraron diferencias significativas con * $p < 0,05$.

BIBLIOGRAFÍA

1. Galarregui¹, C, Abete¹, I, Navas, S, Reglero, G, Ramírez de Molina, A, Loria Kohen, V, et al. (2018) Estrategias de guía e ingredientes dietéticos de precisión para enfermedades crónicas en población pre-sénior y sénior. *An Sist. Sanit. Navar* 41: 227-243.
2. NG, M, Fleming, T, Robinson, M, Thomson, B, Graetz, N, Margono, C, et al. (2013) Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The lancet* 384: 766-781.
3. Yasuda, H, Tsutsui, T. (2016) Infants and elderlies are susceptible to zinc deficiency. *Scientific Reports* 6: 1-6.
4. Velázquez-Palacio, R, Rodríguez-Labrada, R, Velázquez-Pérez, L. (2017) Importancia del cinc en el sistema nervioso: la Ataxia Espinocerebelosa Tipo 2 como modelo. *Revista Mexicana de Neurociencia* 18: 55-65.
5. Bost, M, Houdart, S, Oberli, M, Kalonji, E, Huneau, JF, Margaritis, I. (2016) Dietary Copper and human health: current evidence and unresolved issues. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 35: 107–115.
6. Benstoem, C, Goetzenich, A, Kraemer, S, Borosch, S, Manzanares, W, Hardy, G, et al. (2015) Selenium and Its Supplementation in Cardiovascular Disease-What do We Know?. *Nutrients* 7: 3094-3118.
7. Bailey, RL, West Jr, KP, Black, RE. (2015) The Epidemiology of Global Micronutrient Deficiencies. *Ann Nutr Metab* 66: 22–33.
8. Krebs, NF, Miller, LV, Hambidge, KM. (2014) Zinc deficiency in infants and children: a review of its complex and synergistic interactions. *Paediatr Int Child H.* 34: 279.
9. Monroy-Valle, M, Coyoy, W, De León, J, Flórez, ID. (2016) Determinantes dietéticos del consumo de zinc en menores de cinco años con retardo del crecimiento en comunidades mayas de Guatemala. *Rev Perú Med Exp Salud Publica* 34: 451-458.
10. Puccinelli, M, Malorgio, F, Pezzarossa, B. (2017) Selenium Enrichment of Horticultural Crops. *Molecules* 22: 2-3.
11. Plantone, D, Primiano, G, Renna¹, R, Restuccia, D, Iorio, R, Patanella, KA. (2014) Copper deficiency myelopathy: A report of two cases. *J Spinal Cord Med* 0:1.
12. Proestos, C. (2018) Superfoods: Recent Data on their Role in the Prevention of Diseases. *Curr Res Nutr Food Sci Jour* 6: 576-593.
13. Valdivia Zambrana, HB, Almanza, G. (2013) Evaluación del contenido de minerales de *Lepidium Meyenii*, maca natural boliviana. *Revista boliviana de química* 30: 74-79.
14. De Brier, N, Gomand, SV, Donner, E, Paterson, D, Delcour, JA, Lombi, E, et al. (2015) Distribution of Cadmium, Iron, and Zinc in Millstreams of Hard Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.). *J. Agric. Food Chem.*

15. Poblaciones, MJ, Rodrigo, S, Santamaría, O, Chen, Y, McGrath, SP. (2014) Agronomic selenium biofortification in *Triticum durum* under Mediterranean conditions: From grain to cooked pasta. *Food Chem* 146: 378–384
16. Glew, RH, Glew, RS, Chuang, LT, Huang, YS, Millson, M, Constans, D, et al. (2006) Amino Acid, Mineral and Fatty Acid Content of Pumpkin Seeds (*Cucurbita* spp) and *Cyperus esculentus* Nuts in the Republic of Niger. *Plant Foods Hum Nutr* 61: 49-54.
17. Manda Devi, N, Prasad, RV, Sagarika, N. (2018) A review on health benefits and nutritional composition of pumpkin seeds. *Int. J. Chem. Stud.* 6: 1154-1157.
18. Balarezo Urresta, LR, García-Díaz, JR, Noval-Artiles, E, Benavides Rosales, H, Mora Quilismal, SR, Vargas-Hernández, S. (2017) Contenido mineral en suelo y pastos en rebaños bovinos lecheros de la región andina de Ecuador. *Revista Centro Agrícola* 44: 56-64.
19. La Frano, MR, De Moura, FF, Boy, E, Lönnnerdal, B, Burri, BJ. (2014) Bioavailability of iron, zinc, and provitamin A carotenoids in biofortified staple crops. *Nutr. Rev.* 72: 289-307.
20. Lazarte, CE, Carlsson, NC, Almgren, A, Sandberg, AS, Granfeldt, Y. (2015) Phytate, zinc, iron and calcium content of common Bolivian food, and implications for mineral bioavailability. *J. Food Compos. Anal.*
21. Moreda-Piñeiro, J, Moreda-Piñeiro, A, Bermejo-Barrera, P. (2017) In vivo and in vitro testing for selenium and selenium compounds bioavailability assessment in foodstuff. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 57: 805–833.